



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria



Efecto de la técnica empleada en la presión de inflado del balón de
pneumotaponamiento del tubo endotraqueal en el perro

The effect of inflation technique on endotraqueal tube cuff pressure in dogs

Autor/es
Elena Vizcaino Aguilar

Director/es
Cristina Bonastre Ráfales

Facultad de Veterinaria
2020

ÍNDICE

1. RESUMEN/ABSTRACT	2
2. INTRODUCCIÓN	4
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	12
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
4.1. POBLACIÓN ANIMAL	13
4.2. PROTOCOLO ANESTÉSICO Y RECOGIDA DE DATOS	13
4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	15
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
6. CONCLUSIONES/CONCLUSIONS	22
7. VALORACIÓN PERSONAL	23
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. RESUMEN

El inflado del balón de pneumotaponamiento se realiza con la finalidad de conseguir un sellado efectivo entre el tubo y la tráquea, evitando la fuga de aire o líquido alrededor del tubo. Sin embargo, se debe alcanzar una presión adecuada para proporcionar ese sellado sin dañar la mucosa traqueal. El objetivo de este estudio fue comparar las presiones alcanzadas en el balón obtenidas por un operador novel mediante la técnica de palpación del balón indicador y la técnica de volumen oclusivo mínimo.

Se ha realizado un estudio prospectivo, en el que se incluyeron 24 perros que fueron sometidos a una anestesia general en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza y que fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos según la técnica empleada para inflar el manguito. Tras la inducción e intubación del paciente el operador novel realizó el inflado del balón mediante la técnica asignada y posteriormente se midió la presión alcanzada con la jeringa AG Cuffill®, considerando el rango ideal entre 20 y 30 cm H₂O. A parte de la presión dentro del manguito, los datos recogidos fueron el tamaño y material de tubo endotraqueal, el tiempo y el volumen de inflado y la presencia o no de fugas. Una vez obtenidos todos los datos, se realizó un estudio estadístico de los mismos.

No se detectaron diferencias significativas en las presiones obtenidas al emplear el método de palpación o de volumen oclusivo mínimo ($p = 0,340$). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en el tiempo de inflado necesario ($p = 0,004$), observándose que la técnica de palpación requirió menos tiempo que la técnica de volumen oclusivo mínimo para su realización. Ninguno de los dos métodos evaluados en este trabajo puede considerarse efectivo para inflar el balón del tubo endotraqueal dentro del rango óptimo por parte de un operador novel.

Palabras clave: balón de pneumotaponamiento, presión del balón, tubo endotraqueal, palpación del indicador del balón, volumen oclusivo mínimo.

ABSTRACT

Inflation of the endotracheal tube cuff is performed to achieve an effective seal between the tube and the trachea, preventing air or fluid leakage around the tube. However, appropriate intracuff pressure must be achieved to provide this seal without induce any damage on the tracheal mucosa. The aim of this study was to compare intracuff pressures achieved by a novel operator using the pilot balloon palpation technique and the minimum occlusive volume technique (MOV).

A prospective study was carried out, including 24 dogs that underwent a general anaesthetic at the Veterinary Hospital of the University of Zaragoza, and they were randomly distributed in two groups according to the technique used to inflate the endotracheal tube cuff. After anaesthesia induction and endotracheal intubation of the patient, the novel operator inflated the cuff using the assigned technique, and then the intracuff pressure were measured by AG Cuffill® syringe, considering the ideal range between 20 and 30 cm H₂O. Apart from the intracuff pressure, the data collected were the endotracheal tube size and material, inflation time, inflation volume and the presence or not of leaks. Once the data were obtained, a statistical study was carried out.

No significant differences were found in the pressures achieved between the palpation technique and the MOV technique ($p = 0,340$). However, significant differences were found in the inflation time required ($p = 0,004$), noted that the palpation technique required less time than the MOV technique to perform it. Neither of the two methods evaluated in this study can be considered effective to inflate the endotracheal tube cuff within the optimal range by a novel operator.

Key words: endotracheal cuff, intracuff pressure, endotracheal tube, pilot balloon palpation, minimum occlusive volume.

2. INTRODUCCIÓN

La intubación endotraqueal es una maniobra fundamental que se lleva a cabo de forma habitual en pequeños animales durante la anestesia general y consiste en el paso de un tubo flexible a través de la boca y laringe hasta llegar a la tráquea (Cruz, 2001). Se realiza inmediatamente tras la inducción del paciente, cuando ha perdido el reflejo laríngeo y, aunque lo normal es efectuar la intubación a través de la laringe, en casos de obstrucción completa o por ejemplo fracturas mandibulares es necesario realizar intubaciones mediante faringotomías o traqueotomías (Soler, 2015).

Los principales objetivos que se buscan con la intubación son mantener la vía aérea del paciente permeable, poder proporcionar un soporte ventilatorio adecuado si es necesario y garantizar la administración eficiente de anestésicos inhalatorios y oxígeno (Bringanti *et al.*, 2012; Shin *et al.*, 2018a; White, Makara y Martínez-Taboada, 2019). La intubación endotraqueal, a pesar de ser una maniobra sencilla, en algunas ocasiones se puede ver dificultada como en el caso del paciente felino y los braquicéfalos (Soler, 2015), y puede asociarse a complicaciones como la intubación esofágica, la intubación endobronquial, edema de glotis y trauma traqueal (Brown, 2007).

Existen diferentes tipos de tubos endotraqueales según el material con el que están fabricados, incluyendo goma o caucho, cloruro de polivinilo (PVC) y silicona (Imagen 1). Los tubos de PVC, al contrario que los tubos de goma, poseen un balón de pneumotaponamiento de alto volumen y baja presión que resulta menos lesivo para la mucosa traqueal, un sistema de inflado del mismo más sencillo de manejar y un sistema de seguridad en la punta del tubo llamado “ojo de Murphy” que va a permitir el paso del aire ante la obstrucción de la punta del tubo (Soler, 2015). Es preferible el uso de tubos de PVC (Cruz, 2011) debido a que presentan una serie de ventajas añadidas como que pueden ser visualizados en una radiografía, ya que presentan una tira de material radiopaco (Ko, 2019) y que al ser transparentes permiten comprobar si el interior de los mismos está sucio u obstruido por secreciones, lo que podría derivar en complicaciones graves (Soler, 2015). También existe un tubo endotraqueal llamado armado o reforzado (Imagen 1), que al poseer una espiral metálica en la pared resiste al colapso del tubo (Imagen 2) cuando el cuello del paciente está sujeto a flexión durante ciertos procedimientos como cirugías oftálmicas, punciones cervicales o mielografías (Hartsfield, 2007). En caso de utilizar este último tipo de tubo es importante tener la precaución de que el paciente no lo muerda, ya que puede ocluirlo de forma permanente y obstruir las vías respiratorias (Auckburally y Flaherty, 2017).



Imagen 1. Tipos de tubos endotraqueales. De arriba a abajo: tubo armado, de PVC, de goma o caucho y de silicona.



Imagen 2 Demostración de la resistencia al pliegue del tubo armado en comparación con un tubo de PVC.

La selección de un tubo endotraqueal que se adapte lo mejor posible a las características del paciente, tanto en longitud como en diámetro, es esencial. Tubos demasiado grandes pueden dañar la mucosa traqueal, mientras que tubos demasiado estrechos aumentarán el esfuerzo respiratorio y no van a permitir un sellado adecuado entre el manguito y la tráquea (Shin *et al.*, 2018a). Si el tubo es muy largo existe el riesgo de intubación endobronquial o de incrementar mucho el espacio muerto anatómico que favorece la reinhalación de CO₂ (Phillips, 2018). La

técnica para determinar la longitud del tubo endotraqueal se basa en la medición de la distancia entre la punta de la nariz y la espina de la escápula (Ko, 2019). En cuanto al diámetro del tubo, debido a que la raza, la conformación, la edad y el peso corporal influyen en el diámetro traqueal del paciente, es difícil establecer un único método que permita la selección de un tubo endotraqueal de diámetro adecuado (Hughes, 2016). En la práctica clínica con frecuencia se emplean dos métodos para seleccionar el diámetro del tubo endotraqueal. El primero consiste en usar el ancho del tabique nasal como una aproximación del diámetro externo de la tráquea; mientras que el segundo basa la selección en la palpación externa de la tráquea inmediatamente craneal a la entrada torácica (Thomas y Lerche, 2011; Ko, 2019). Un estudio en el que se compararon estas dos técnicas concluyó que, aunque la selección del tubo basada en la palpación tenía una precisión mayor que el uso del tabique nasal, ambas eran inexactas (Lish *et al.*, 2008). Se han valorado otros métodos, y en un estudio realizado por Shin *et al.* (2018a), basándose en la resistencia a la inserción del tubo y la capacidad de lograr un sellado hermético, se sugiere que un tubo endotraqueal de tamaño apropiado para perros Beagle es el 70% del diámetro traqueal interno en la entrada del tórax medido en una radiografía torácica. El uso de este método puede ser de utilidad para aquellos pacientes en los que la radiografía torácica sea parte de su valoración preoperatoria o para aquellos en los que se realizaron anteriormente (Shin *et al.*, 2018a). Algunas limitaciones de este estudio son el pequeño tamaño de muestra, el estudio sobre una única raza y tipo de tubo endotraqueal, y que no se puede aplicar a perros con colapso traqueal en los que el diámetro de la tráquea se estrecha en la entrada torácica.

El balón de pneumotaponamiento es un manguito situado en el extremo distal del tubo endotraqueal, cuyo correcto inflado tiene como finalidad un sellado hermético del tubo a la vía respiratoria y con ello la protección de la vía aérea frente a la aspiración de cualquier material (Soler, 2015; Hughes, 2016; Shin *et al.*, 2018b) y el posicionamiento óptimo del tubo para evitar lesiones en la mucosa traqueal con la punta del mismo (Shin *et al.*, 2018a). Además, al evitar la fuga de aire alrededor del manguito, se permite una adecuada ventilación asistida o controlada (Bird, Bird y McMillan, 2019), la reducción de la contaminación ambiental por fugas de agentes anestésicos (Soler, 2015; Shin *et al.*, 2018b; Bird, Bird y McMillan, 2019) y el uso de un menor flujo de gases frescos y anestésico inhalatorio (Taylor, Subaiya y Corsino, 2011). Otro de los objetivos que se consigue con el inflado del manguito es una monitorización fiable de los parámetros de ventilación (Norgate y Jiménez, 2017) y una correcta medición de los gases, oximetrías y espirometrías durante la anestesia (Soler, 2015). Por estos motivos, el balón de pneumotaponamiento es un elemento clave en el mantenimiento de la vía aérea, ya que contribuye a garantizar la seguridad del paciente; no obstante puede suponer un riesgo

potencial cuando el control sobre el mismo no es el adecuado. Un incorrecto manejo de la presión alcanzada en el balón tras su inflado puede producir una serie de complicaciones tanto por exceso como por baja presión.

Existen dos tipos de balones de pneumotaponamiento según sus características de presión y volumen (Imagen 3). Por un lado encontramos los manguitos de alta presión y bajo volumen, cuya área de superficie de contacto con la tráquea es muy pequeña por lo que en caso de sobreinflado, el riesgo de lesionar la mucosa traqueal es mayor (López-Herranz, 2013); y por otra parte los manguitos de alto volumen y baja presión que proporcionan un sellado de la tráquea a una presión menor (White *et al.*, 2017) y su diseño permite una distribución de la misma sobre una área más amplia evitando que se concentre sobre un solo punto (Su *et al.*, 2017). Algunos de los inconvenientes de este último tipo son que pueden permitir microaspiraciones debido a pequeños pliegues longitudinales en el manguito (Hughes, 2016) que pueden formarse incluso cuando está completamente inflado (El-Orbany y Salem, 2013); y que al ofrecer poca resistencia al inflarlo habitualmente se sobrepasa el rango óptimo de forma inadvertida (López-Herranz, 2013). En medicina humana a finales de los años 60 se sustituyeron los manguitos de bajo volumen y alta presión por los de alto volumen y baja presión evidenciándose una reducción significativa de las complicaciones traqueales como necrosis, rotura y estenosis traqueal (Parwani *et al.*, 2007). En medicina veterinaria se siguen utilizando ambos tipos de manguito (Adshead, 2011), con predominio de los de alto volumen y baja presión posiblemente porque, aunque tienen limitaciones, son más seguros y superan los riesgos asociados al uso de los de bajo volumen y alta presión (Hoffman *et al.*, 2009).



Imagen 3. Tipos de balón de pneumotaponamiento. A la izquierda manguito de alta presión y bajo volumen y a la derecha manguito de alto volumen y baja presión.

Los manguitos también se pueden diferenciar por su diseño en cuanto a la forma que adoptan tras el inflado (esférica, cilíndrica y cónica). En un estudio de medicina humana, en el que se evaluó el efecto de la forma del balón del tubo endotraqueal sobre el dolor de garganta posoperatorio tras la extubación del paciente, se concluyó que la incidencia y gravedad de dicho dolor era menor cuando se usaban tubos endotraqueales con manguitos de forma cónica, en comparación con los manguitos cilíndricos (Chang *et al.*, 2017). En humana, se cita frecuentemente el sobreinflado del manguito como consecuencia del dolor de garganta y ronquera postoperatoria (Hu *et al.*, 2016). Aunque es difícil de evidenciar, es probable que esto también ocurra en los pacientes veterinarios.

Tanto en medicina veterinaria como en medicina humana las recomendaciones sobre las presiones que debe alcanzar el balón de pneumotaponamiento tras su inflado varían, aunque principalmente se recomiendan aquellas comprendidas entre los 20 y 30 cm H₂O (Adshead, 2011; Al-Metwalli *et al.*, 2011; White *et al.*, 2017; Hung, 2020). Este límite de presión está determinado fundamentalmente por la presión de perfusión de la mucosa traqueal, que es de aproximadamente 25-35 cm H₂O (Hartsfield, 2007). Las presiones por debajo de los 20 cm H₂O no garantizan un adecuado sellado del tubo a la tráquea, pueden aumentar el riesgo de aspiración (Shin *et al.*, 2018a; White *et al.*, 2017; López-Herranz, 2013) y provocar fugas del gas anestésico por lo que es más complicado mantener al animal en un plano anestésico correcto (Ko, 2019). Por el contrario, una presión por encima de los 30 cm H₂O compromete el flujo sanguíneo de la pared traqueal y puede provocar inflamación, lesiones isquémicas/necróticas en la mucosa, estenosis traqueal e incluso estrías o rupturas traqueales (Hartsfield, 2007; Adshead, 2011; Soler, 2015; Su *et al.*, 2017; White *et al.*, 2017). Además en un estudio realizado en caballos, se demostró que el daño tisular causado puede generar molestias y dolor post-extubación, afectar a la ingesta de alimentos y agua, causar intolerancia al ejercicio o predisponer a infecciones del tracto respiratorio (Touzot-Jourde, Stedman y Trim, 2005).

Este tipo de complicaciones perioperatorias como consecuencia del sobreinflado del balón de pneumotaponamiento se han descrito en diversas especies. Se han documentado casos de estenosis, laceración y ruptura traqueal en gatos (Mitchell *et al.*, 2003; Kästner, Grundmann y Bettschart-Wolfensberger, 2004; Culp, 2007; Hofmeister *et al.*, 2007), de necrosis traqueal en perros (Alderson, Senior y Dugdale, 2006) y de necrosis y lesiones laríngeas y traqueales en caballos (Heath *et al.*, 1989; Wylie *et al.*, 2015). Cabe destacar que la elevada presión dentro del manguito juega un papel muy importante en el desarrollo de estenosis traqueal posintubación en humana (Ajit *et al.*, 2020). Esto se evidencia en un estudio que recogió 503 casos de pacientes

que requerían un tratamiento quirúrgico para la resolución de estenosis traqueal, en el que se encontró que más de un 50% de las lesiones se localizaban en la zona del manguito traqueal (Grillo *et al.*, 1995).

Se han llevado a cabo diversos estudios en los que se valora el efecto de la presión que ejerce el balón de pneumotaponamiento sobre el flujo sanguíneo de la mucosa traqueal y sus consecuencias. Estudios realizados en conejos (Nordin, 1977) y caballos (Touzot-Jourde, Stedman y Trim, 2005) demuestran que el daño de la mucosa traqueal y la extensión del mismo, inducido por el inflado del manguito es presión-dependiente, causando lesiones macro y microscópicas como hiperemia, hemorragias y erosión epitelial en la zona de contacto con el manguito. Seegobin y Hasselt (1984) describieron los cambios vasculares en la tráquea humana debido a la presión ejercida por el manguito mediante un broncoscopio, observando que a una presión de 25 cm H₂O la mucosa mantiene un color uniforme y los vasos un calibre normal, mientras que presiones por encima de los 30 cm H₂O dan como resultado una pérdida de tonalidad de la mucosa traqueal y una reducción del calibre de los vasos.

A pesar de que las recomendaciones de presiones alcanzadas dentro del balón se encuentran entre 20-30 cm H₂O, en perros se ha observado que presiones de 30 cm H₂O durante tres horas provocan erosión del epitelio traqueal y alteraciones ciliares, por lo que sigue siendo un valor elevado para evitar lesiones en la mucosa traqueal (Celice Castilho *et al.*, 2003). La elevada sensibilidad del cartílago traqueal a la lesión isquémica se debe a que el aporte vascular se recibe del lecho capilar en la superficie interna (Su *et al.*, 2017). Se ha demostrado que lesiones que afectan a la mucosa y submucosa traqueal acaban con una cicatrización normal, y que son necesarias lesiones extensas en el cartílago traqueal para inducir una proliferación excesiva de tejido de granulación que acabe formando un tejido fibroso circunferencial estenótico (Charous *et al.*, 1996; Ohnesorge *et al.*, 2002). Las lesiones únicamente en la submucosa tienen una resolución casi completa a los siete días con una fibrosis clínicamente insignificante (Touzot-Jourde, Stedman y Trim, 2005). En cuanto al desarrollo de estenosis traqueal en el perro, en un estudio en el que se aplican tres presiones de manguito diferentes durante 24 horas, solo los animales a los que se les aplicó una presión de 200 mmHg (271 cm H₂O) desarrollaron estenosis traqueal (Su *et al.*, 2017).

El riesgo de lesión traqueal ocasionado por una presión excesiva dentro del manguito, se puede potenciar en algunas situaciones como la intubación traqueal prolongada, el uso de un tubo endotraqueal sobredimensionado (Su *et al.*, 2017) y múltiples cambios de posición sin una

desconexión adecuada de la máquina anestésica (Mitchell *et al.*, 1998), circunstancia que se da con frecuencia en procedimientos dentales. Otro factor de riesgo importante es la hipotensión, de tal forma que un estudio realizado por Bunegin *et al.* (1993) demostró que durante periodos hipotensivos (presión arterial media ≤ 60 mmHg) se produce una reducción de hasta un 50% del flujo sanguíneo traqueal en la zona del manguito, e incluso una presión de 20 cm de H₂O causa una reducción significativa del flujo sanguíneo traqueal.

Además, la presión dentro del balón de pneumotaponamiento es un elemento dinámico que puede verse afectado por varios factores clínicos como el diámetro de la tráquea, la temperatura corporal del paciente, la composición del anestésico inhalatorio y variaciones en la posición de la cabeza y cuello. De este modo, la hipotermia (Souza Neto *et al.*, 1999), la extensión de la cabeza (Kako *et al.*, 2014) y los cambios en el diámetro traqueal por relajación muscular (Shin *et al.*, 2018b) dan lugar a una reducción de la presión del manguito, mientras que la flexión de la cabeza (Kako *et al.*, 2014), el cambio de posición del cuerpo de supino a prono (Hung, 2020; Kim *et al.*, 2015) y la presencia de óxido nítrico en la mezcla de gases anestésicos (Nguyen Tu *et al.*, 1999), provocan un aumento de la presión del manguito. Por estos motivos sería interesante llevar a cabo una monitorización intraoperatoria de la presión del manguito.

En cuanto a los métodos para realizar el inflado del balón de pneumotaponamiento la literatura veterinaria describe varias técnicas, pero en la práctica clínica las que se realizan comúnmente son la técnica de volumen oclusivo mínimo (VOM) y sobre todo la determinación de la presión mediante la palpación del indicador del balón (Stewart *et al.*, 2003). En la técnica de palpación el anestesista estima cualitativamente la presión del manguito deseada mediante dígito-palpación del balón indicador (White *et al.*, 2017; Shin *et al.*, 2018a), ya que ambos están conectados y se inflan simultáneamente. Esta técnica está limitada entre otras cosas, por las diferentes características de los componentes del tubo endotraqueal como la distensibilidad y elasticidad (Hung, 2020). Además, se ha estudiado y demostrado que el diseño del globo piloto afecta significativamente a la capacidad de los anestesistas para evaluar e inflar el balón a presiones seguras (Janossy *et al.*, 2010). La técnica VOM requiere que el operador infle el balón hasta escuchar la pérdida de fuga audible inspiratoria alrededor del manguito al realizar una ventilación manual a una presión pico de 20 cm H₂O (López-Herranz, 2013; Rioja, 2013; White, Makara y Martínez-Taboada, 2019). Aunque estas dos técnicas se usen regularmente son estimaciones subjetivas que pocas veces logran presiones óptimas y con frecuencia resultan en presiones elevadas, con algunos registros de hasta 100 cm H₂O (Briganti *et al.*, 2012; Bird, Bird y McMillan, 2019). Todos los estudios consultados concluyen que, para inflar y evaluar

adecuadamente la presión dentro del balón de pneumotaponamiento, es necesario realizar una medición directa mediante el uso de manómetros o jeringas comerciales diseñadas específicamente para inflar el manguito del tubo endotraqueal (Al-Metwalli *et al.*, 2011; Totonchi *et al.*, 2015; Hung, 2020). En caso de no disponer de estos dispositivos, no hay consenso sobre qué técnica es la más adecuada. De todos modos, como recomendación general cabe destacar que se ha observado que el uso de jeringas de 10 ml y 20 ml para el inflado del balón resultan muchas veces en presiones más elevadas (Khan *et al.*, 2016), mientras que es probable que el uso de jeringas de pequeño tamaño (3 ml) predispongan a no inflar demasiado el manguito (White, Makara y Martínez-Taboada, 2019).

El inflado del balón, al ser una habilidad, se debería perfeccionar con la práctica, aunque los resultados de varios estudios sugieren que no existe diferencia en la capacidad de estimar la presión del manguito del tubo endotraqueal entre los distintos grados de experiencia del personal (Fernández *et al.*, 1990). Esto puede ser debido a que rara vez se comprueba de forma directa las presiones alcanzadas tras la inflación del manguito, por lo que esta habilidad no se puede mejorar (White *et al.*, 2017). Esta falta de correlación entre precisión y experiencia enfatiza la necesidad de usar un manómetro o una jeringa de medición de presión para proporcionar presiones dentro del rango recomendado (Stewart *et al.*, 2003).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La intubación endotraqueal es un procedimiento esencial en la anestesia de pequeños animales que tiene como finalidad mantener la vía aérea permeable, garantizar la administración de gases anestésicos y oxígeno y prevenir la aspiración de material o secreciones. Para optimizar estas funciones, es necesario que tras la intubación se realice un adecuado inflado del balón de pneumotaponamiento hasta conseguir el sellado del tubo a la tráquea.

La presión que se alcanza dentro del balón es importante ya que, debe de ser lo suficientemente elevada como sellar la tráquea y evitar la aspiración de cualquier secreción y fuga de gas, pero no para interrumpir la perfusión sanguínea de la mucosa traqueal que podría derivar en una serie de complicaciones como inflamación y necrosis de la mucosa traqueal, dolor posextubación, estenosis traqueal e incluso ruptura.

Por lo tanto, los objetivos de este estudio han sido:

- Evaluar el efecto de la técnica utilizada en las presiones alcanzadas tras el inflado del pneumotaponamiento en el perro por parte de un operador novel. Las dos técnicas que se van a comparar son la técnica de palpación del indicador del balón y la técnica de volumen oclusivo mínimo.
- Realizar un análisis de los resultados obtenidos y una comparativa entre las dos técnicas de inflado del pneumotaponamiento.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio prospectivo realizado en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza, en el que se incluyeron perros que eran pacientes quirúrgicos y que iban a ser sometidos a una anestesia general para llevar a cabo un procedimiento quirúrgico, durante el periodo de Octubre del año 2019 a Marzo del año 2020.

4.1. POBLACIÓN ANIMAL

La población estudiada estaba formada por 24 perros que de forma randomizada se incluyeron en dos grupos en función de la técnica utilizada para llevar a cabo el inflado del balón de pneumotaponamiento.

4.2. PROTOCOLO ANESTÉSICO Y RECOGIDA DE DATOS

No se definió un protocolo anestésico concreto, sino que éste fue diseñado a criterio del anestesta en función de cada paciente. Todos los pacientes incluidos en el estudio fueron sometidos a una valoración preoperatoria en la que se realizó una anamnesis, exploración general y las pruebas complementarias necesarias. A partir de los resultados obtenidos se clasificaba el estado físico del animal y se estimaba el riesgo que planteaba la anestesia según la clasificación ASA (American Society of Anesthesiologists, 2019).

El día de la cirugía, el paciente acudía en ayuno de sólidos de ocho horas y restricción de líquidos de dos horas, y tras la premedicación se procedía a preparar todo el material necesario para la intubación, colocación del catéter, preoxigenación, mantenimiento anestésico (circuito y bolsa reservorio) y monitorización. Tras la selección de los tubos endotraqueales se comprobaba la integridad y el correcto funcionamiento de los balones de pneumotaponamiento de cada uno de ellos mediante su completo inflado y posterior desinflado.

Una vez que los fármacos administrados en la premedicación hacían efecto, se cateterizaba una vía venosa y se iniciaba la administración de fluidoterapia de mantenimiento, generalmente Ringer Lactato a un ritmo de infusión de 3 mL/kg/h. Mientras tanto, el paciente se preoxigenaba, se rasuraba y realizaban los primeros lavados del campo quirúrgico y se colocaban los parches de los electrodos y el oscilométrico o Doppler para ir realizando las primeras mediciones de la presión arterial.

Cuando el paciente estaba preparado, se trasladaba a quirófano donde se procedía a la inducción anestésica y a su posterior intubación endotraqueal una vez alcanzado el plano anestésico quirúrgico (rotación ventro-medial del ojo, ausencia de reflejo palpebral y ausencia de tono mandibular). La maniobra de intubación se iniciaba con el tubo endotraqueal seleccionado de mayor calibre ya que, se buscaba que se ajustase lo mejor posible a la tráquea. Antes de realizar la intubación, es importante tener preparado todo el material necesario para su realización, como tubos de diferentes calibres, sistema de fijación del tubo, jeringa para el llenado del manguito y laringoscopio.

Tras la fijación del tubo, el operador novel realizaba el inflado del balón de pneumotaponamiento en función de la técnica asignada. Cuando se utilizaba la técnica de volumen oclusivo mínimo se daba por finalizado el inflado del manguito cuando el operador estaba satisfecho de haber logrado una pérdida de fuga audible durante la ventilación manual a una presión pico de 20 cm de H₂O, no pudiendo tocar el indicador del balón durante el procedimiento (Imagen 4). En el caso de usar la técnica de palpación del indicador del balón, el inflado se daba por concluido cuando el operador estaba satisfecho con la presión alcanzada por dígito-palpación del indicador (Imagen 5).



Imagen 4. Técnica volumen oclusivo mínimo



Imagen 5. Técnica de palpación del indicador del balón

Una vez inflado el balón se procedía a la comprobación de la presión alcanzada directamente dentro del mismo mediante la jeringa de medición de presión AG Cuffill® (Hospitech Respiration, Israel). Se trata de un dispositivo con un sensor de presión que puede detectar y mostrar el valor de presión del manguito del tubo endotraqueal en una pantalla que se encuentra en el émbolo. En caso de que la presión estuviera fuera del rango óptimo, se corregía con la AG Cuffill hasta un valor de entre 20 y 30 cm H₂O. Los valores de presión obtenidos se dividieron en tres

categorías: subinflado (< 20 cm H₂O), inflado óptimo (entre 20 y 30 cm H₂O) y sobreinflado (> 30 cm H₂O)

En cada caso se registraba: número de ficha del paciente, edad, sexo, clasificación ASA, tubo endotraqueal (número y material), adaptación al tamaño de la tráquea (ajustado, adecuado, insuficiente), tiempo de inflado, volumen de inflado, presión alcanzada y presencia o no de fugas. Las fugas se valoraron mediante la detección de olor del anestésico inhalatorio y la observación del bucle presión-volumen y flujo-volumen espirométrico, que si había fuga se podía ver como la rama espiratoria no regresaba a cero.

Tras el proceso de intubación, el paciente se conectaba a la máquina anestésica para iniciar el mantenimiento anestésico mediante la administración de isoflurano vehiculado en oxígeno y aire. La monitorización intraoperatoria se realizaba cada 5 minutos anotando en la hoja de anestesia los siguientes parámetros: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial sistémica, fracción espirada de CO₂ e isoflurano, saturación de oxígeno, electrocardiografía, plano anestésico y temperatura.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos estadísticos se analizaron utilizando el software IBM SPSS 19.0 para Windows, estableciendo un nivel de significación de 0,050 en todos los casos. Las variables cualitativas se describieron de acuerdo con sus frecuencias absolutas y relativas, mientras que para las variables cuantitativas se calculó la media aritmética como una medida de la tendencia central y la desviación estándar y el error estándar como medidas de dispersión. Para determinar la asociación entre dos variables cualitativas, la prueba de Chi-cuadrado de Pearson se realizó cuando menos del 20% de las frecuencias esperadas eran menores de 5. En los casos en que no fue aplicable, se realizó la prueba exacta de Fisher (para la contingencia 2x2 tablas) o prueba de razón de verosimilitud (en otras situaciones). Para comparar las medias de dos variables cuantitativas, dado que la población estudiada era inferior a 50, se probó la normalidad utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, que determina el uso de pruebas paramétricas (cuando se supone una distribución normal) o pruebas no paramétricas (en el caso contrario). La prueba t de Student se usó para muestras independientes (o dependientes si los datos están emparejados) y la prueba U de Mann-Whitney como alternativa no paramétrica.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se incluyeron 24 perros pacientes quirúrgicos del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza. En 13 de ellos se infló el balón de pneumotaponamiento mediante la técnica de palpación del indicador del balón y en los otros 11 mediante la técnica de volumen oclusivo mínimo.

Las características de la población animal estudiada (n=24 perros) se resumen en la Tabla 1:

	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Sexo		
Machos	13	54,17%
Hembras	11	45,83%
Edad		
< 2 años	9	37,5%
2-8 años	9	37,5%
> 8 años	6	25%
ASA		
I	10	41,67%
II	6	25%
III	8	33,33%
IV	0	0%
V	0	0%

Tabla 1. Frecuencia y porcentajes de las características de la población estudiada.

En la Tabla 2 se resumen los resultados obtenidos en el análisis de las variables cualitativas estudiadas (método de inflado, material del tubo y ajuste del tubo) en relación a la presión alcanzada. La presión se dividió en tres categorías: subinflado (< 20 cm H₂O), inflado óptimo (entre 20 y 30 cm H₂O) y sobreinflado (> 30 cm H₂O). Como para todas las variables más del 20% de las frecuencias esperadas eran menores de 5 se realizó la prueba de razón de verosimilitud.

Variable		Presión						p*
		< 20 cm H ₂ O		20-30 cm H ₂ O		> 30 cm H ₂ O		
		n	%	n	%	n	%	
Material	PVC	7	31,8%	7	31,8%	8	36,4%	0,315
	Silicona	0	0,0%	1	33,3%	2	66,7%	
Ajuste	Adecuado	5	27,8%	6	33,3%	7	38,9%	0,739
	Ajustado	2	33,3%	2	33,3%	2	33,3%	
	Pequeño	0	0,0%	0	0,0%	1	100,0%	
Método	Palpación	3	23,1%	4	30,8%	6	46,2%	0,776
	VOM	4	33,3%	4	33,3%	4	33,3%	
Fugas	Ausencia	2	10,0%	8	40,0%	10	50,0%	< 0,001
	Presencia	5	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	

Tabla 2. Frecuencias y porcentajes de las variables cualitativas estudiadas (PVC: policloruro de vinilo; VOM: volumen oclusivo mínimo).

* Significación de la prueba de la razón de verosimilitudes ($p < 0,05$)

No se han detectado diferencias significativas en las presiones obtenidas en el manguito al usar un tubo de PVC o uno de silicona ($p=0,315$), por lo que se considera que el material no influye en la presión alcanzada. Tampoco se han encontrado diferencias significativas entre las presiones obtenidas en función de cómo de ajustado haya quedado el tubo a la tráquea del paciente ($p = 0,739$).

En contraposición con nuestros resultados, en un estudio realizado por Briganti *et al.* (2012) el uso de tubos endotraqueales de silicona se asoció a presiones de manguito significativamente más altas en comparación con los tubos de plástico para ambas técnicas de inflado. En este sentido, en nuestro estudio, han sido poco los casos en los que se ha usado un tubo de silicona respecto a los de PVC. Por tanto, además de ampliar el número total de casos participantes en el estudio, sería necesario incluir más casos en los que se intubara con tubo de silicona.

Se han encontrado diferencias significativas en las presiones entre los casos en los que hubo fugas y en los que no ($p < 0,001$), es decir, únicamente se detectaron fugas cuando la presión

obtenida fue < de 20 cm H₂O. Debido a que la diferencia en cuanto a la presencia o no de fugas según la presión alcanzada es significativa, se obtuvo un valor de la V de Cramer de 0,802, lo que indica que existe un alto grado de correlación entre ambas variables. Aun así, al comparar la presencia de fugas según el ajuste del tubo a la tráquea no se han encontrado diferencias significativas entre ambas técnicas (p = 0,559).

Según el método usado para inflar el manguito, no se han detectado diferencias significativas en la presiones obtenidas al emplear el método de palpación o VOM (p = 0,776). A continuación se muestran los resultados según los rangos de presión alcanzados para la variable método de inflado del balón (Tabla 3):

Presión		Método	
		Palpación	VOM
< 20 cm H ₂ O	Frecuencia y porcentaje	3 (23,1%)	4 (33,3%)
	% del total	12,0%	16,0%
20-30 cm H ₂ O	Frecuencia y porcentaje	4 (30,8%)	4 (33,3%)
	% del total	16,0%	16,0%
> 30 cm H ₂ O	Frecuencia y porcentaje	6 (46,2%)	4 (33,3%)
	% del total	24,0%	16,0%

Tabla 3. Rangos de presión obtenidos en función del método de inflado del balón.

Analizando todos los casos, únicamente en un 32% se alcanzó una presión óptima (20-30 cm H₂O), mientras que en un elevado porcentaje de casos (68%) se obtuvieron presiones fuera del rango deseable. Cabe resaltar que ninguna de las dos técnicas empleadas resultaron eficaces a la hora de obtener una presión adecuada dentro del manguito ya que, mediante la técnica de palpación un 69,3% de los casos se encontraban fuera del rango óptimo de presión, y en el caso de la técnica VOM éstos representaron un 66,6%. Con el uso de la técnica de palpación, los casos de sobreinflado (46,2%) del manguito duplicaron a los de subinflado (23,1%), mientras que con la técnica VOM ambas situaciones se dieron en la misma proporción (33,3%). Es decir, existe una mayor tendencia a sobreinflar el balón con la técnica de palpación que con la técnica VOM.

Estos resultados coinciden con cuatro estudios que evaluaron el efecto de la técnica empleada en la presión alcanzada en el manguito en perros, determinando que ni la técnica de palpación ni la del VOM fueron técnicas efectivas para lograr una presión óptima entre 20 y 30 cm H₂O,

sino que se obtuvieron presiones variables y excesivamente elevadas (Briganti *et al.*, 2012; White *et al.*, 2017; White, Makara y Martínez-Taboada *et al.*, 2017; Bird, Bird y McMillan, 2019). Tanto en estos estudios como en otros realizados en medicina humana, en los que se ha demostrado que la palpación del globo piloto no es un método eficaz para inflar el manguito de manera segura (Stewart *et al.*, 2003; Faris *et al.*, 2007; Morris *et al.*, 2007), se recomienda el uso de métodos de medición directa de la presión como un manómetro o una jeringa de inflado.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en el análisis de las variables cuantitativas estudiadas en relación al método utilizado para inflar el manguito (**Tabla 3**):

Variable	Método		p*
	Palpación (Media ± desviación estándar)	VOM (Media ± desviación estándar)	
Presión alcanzada (cm H₂O)	34,23 ± 19,421	27,50 ± 14,557	0,340
Tiempo inflado (s)	10,31 ± 2,562	14,75 ± 4,309	0,004
Volumen inflado (ml)	2,915 ± 1,3303	3,042 ± 1,5430	0,828

Tabla 4. Valores medios (± desviación estándar) de las variables cuantitativas estudiadas.

* Significación según t de Student para muestras independientes (p < 0,05)

La media de la presión alcanzada mediante el método de palpación fue de 34,23 ± 19,421 cm H₂O y la obtenida por el método VOM de 27,50 ± 14,557 cm H₂O. La diferencia obtenida entre estas dos medias no es estadísticamente significativa (p = 0,340).

Se han detectado diferencias significativas (p = 0,004) respecto al tiempo necesario para realizar cada técnica de inflado. La técnica de palpación requirió menos tiempo que la técnica VOM, obteniéndose una media de 10,31 ± 2,562 segundos para palpación frente a una media de 14,75 ± 4,309 segundos para VOM.

En el mismo estudio de White *et al.*, (2017) también se observó que para inflar el balón con la técnica de palpación se requería menos tiempo que con la técnica de VOM. Aunque la importancia clínica de este resultado en un procedimiento anestésico rutinario es cuestionable,

y dado que ninguna de las dos técnicas resulta significativamente más efectiva, se podría concluir que la técnica de palpación es más adecuada en situaciones de emergencia, con la ventaja adicional de requerir solo un operador para realizarla. Además la técnica VOM al basarse en la detección de la fuga de aire a través de la cavidad oral puede ser subjetiva y necesitar un ambiente poco ruidoso.

El volumen de inflado es estadísticamente igual para los dos métodos, no hay diferencias significativas ($p = 0,828$)

Una vez obtenidos los resultados se calculó el flujo (volumen de inflado entre tiempo de inflado) y se comparó con cada una de las variables cualitativas. Únicamente se encontraron diferencias significativas ($p=0,038$) entre las medias de los grupos sin fugas ($0,29 \pm 0,15$ ml/s) y con fugas ($0,15 \pm 0,09$ ml/s).

Durante la recogida de datos se dieron dos situaciones en las que habiendo alcanzado una presión dentro del rango óptimo e incluso superior, existía una fuga perceptible por el olor a isoflurano y por las alteraciones en la curva de espirometría flujo/volumen del monitor multiparamétrico. En ambos casos, tras la revisión de la máquina anestésica, circuito y bolsa reservorio se llegó a la conclusión de que la fuga se daba alrededor del manguito. En uno de los casos la fuga era consecuencia de que el manguito no estaba inflado debido a que al sujetar el tubo endotraqueal con una venda gasa se incluyó el tubo de conexión entre el indicador del balón y el manguito, por lo que el volumen inyectado y la presión quedaban limitadas al indicador. En el otro caso la causa radicaba en el uso de un tubo endotraqueal de diámetro excesivamente pequeño para el tamaño de la tráquea del paciente, por lo que el balón inflado no era capaz de sellar la tráquea. Brown (2007) en un artículo en el que describe el proceso de intubación endotraqueal en el perro, apunta que si se necesitan más de 5 ml de aire para inflar el manguito, se debería haber seleccionado un tubo de mayor diámetro para ese animal. Por estos motivos es esencial la selección de los tubos endotraqueales de acuerdo al paciente a anestesiarse e intentar que se adapte lo mejor posible a la tráquea, y ser minuciosos durante toda la maniobra de intubación para evitar errores y complicaciones.

Cabe destacar que en un estudio realizado por White *et al.*, (2017) se consideró que el operador podría estar condicionado a la hora de inflar el balón ya que luego se va a comprobar la presión que ha alcanzado, tendiendo por tanto a inflarlo menos; aspecto que puede ser perfectamente aplicable a nuestro estudio.

Debido a la actual situación ocasionada por la pandemia del COVID-19, por la que se paralizó la actividad en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza, la parte experimental de este TFG, aunque estaba avanzada, se ha visto afectada ya que no ha sido posible completar la totalidad de casos clínicos planteados en un inicio para valorar la experiencia del anestesista en el procedimiento. Por este motivo decidimos replantear el estudio y centrarlo solamente en la experiencia del operador novel (Elena Vizcaino). Un número bajo de animales incluidos en el estudio ha sido la principal limitación del estudio, lo que sin duda ha influido en los resultados obtenidos.

6. CONCLUSIONES

Atendiendo a los resultados obtenidos en nuestro estudio se han podido establecer las siguientes conclusiones:

- Ni la técnica de palpación del indicador del balón ni la técnica VOM resultaron efectivas para lograr presiones del balón del tubo endotraqueal dentro del rango óptimo, existiendo una cierta tendencia al sobreinflado.
- El uso de la medición directa de la presión dentro del manguito junto con los métodos de inflado rutinarios es muy recomendable para alcanzar una presión óptima.
- No se observaron diferencias significativas en cuanto a la presión obtenida en el manguito según el material del tubo endotraqueal empleado.
- El tiempo requerido para realizar el inflado del balón con la técnica de palpación fue significativamente menor que con la técnica VOM.

CONCLUSIONS

Taking into account the results obtained in our study, the following conclusions could be established:

- Neither the palpation technique nor the MOV technique can be considered effective to achieved optimal intracuff pressures.
- The use of direct intracuff pressure measurement alongside routine methods of cuff inflation is highly recommended to achieve optimum pressure.
- No significant differences were observed in terms of intracuff pressure associated with the material of the endotracheal tube used.
- The time required to perform the cuff inflation with the palpation technique was significantly less than with the MOV technique.

7. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este trabajo ha sido para mí una gran fuente de aprendizaje. Sobre todo he comprendido que la intubación y el inflado del balón de pneumotaponamiento son una fase crítica en el procedimiento anestésico, por lo que es esencial la práctica y mejora de estas habilidades con la finalidad de evitar posibles complicaciones asociadas.

La parte experimental me ha permitido asistir a lo largo del curso a diversos procedimientos quirúrgicos y, aunque mi trabajo únicamente se centraba en una parte de todo el proceso anestésico, he tenido la oportunidad de poder seguir el procedimiento con el paciente desde la preparación del mismo en la sala de preanestesia hasta el despertar y traslado a la UCI. De este modo he podido aprender de las particularidades anestésicas de cada caso y cómo se debe ajustar el protocolo anestésico a cada paciente de forma individual. Además, debido a que la recogida de datos fue realizada durante periodo docente, pude estar presente en las explicaciones impartidas en las sesiones prácticas de Anestesia y Cirugía del Prácticum de Pequeños Animales. Asimismo la elaboración de un trabajo con parte experimental me ha permitido conocer un poco más sobre el campo de la investigación, desde lo que supone la elaboración y creación de la estructura que tendrá el trabajo, hasta la recogida de datos, evaluación y extracción de conclusiones de los mismos.

El desarrollo de la parte teórica me ha sido de utilidad para mejorar mis habilidades de búsqueda de bibliografía contrastada y veraz mediante plataformas de búsqueda de información (Pubmed, Scopus, Alcorze...) y de utilización del gestor bibliográfico Mendeley; así como mejorar en cuanto a la comprensión de artículos y libros y aprender a contrastar mis propios resultados con los obtenidos en otros estudios.

Finalmente me gustaría agradecer a todos los profesores y residentes que forman parte del Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Zaragoza por haber hecho posible la realización de la parte práctica de este trabajo. También agradecer a Sergio Rodríguez Zapater por su ayuda y todo el trabajo realizado en la parte estadística y extracción de resultados, y especialmente a Cristina Bonastre Ráfales por su tiempo, implicación, aportación de bibliografía, consejos y por compartir conmigo sus amplios conocimientos sobre anestesiología.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adshead, S. (2011). "Cuffed endotracheal intubation in cats". *The Veterinary Nurse*, 2(9), pp. 510-517.

Ajit, E., Banur, A., Bondade, K. y Raykar, P. (2019). "Postintubation tracheal stenosis: report of two cases and literature review". *Indian Journal Respiratory Care*, 8, pp. 127-129.

Al-Metwalli, R. R., Al-Ghamdi, A. A., Mowafi, H. A., Sadek, S., Abdulshafi, M. y Mousa, W. F. (2011). "Is sealing cuff pressure, easy, reliable and safe technique for endotracheal tube cuff inflation: A comparative study". *Saudi Journal of Anaesthesia*, 5(2), pp. 185-189.

Alderson, B., Senior, J. M. y Dugdale, A. H. A. (2006). "Tracheal necrosis following tracheal intubation in a dog". *Journal of Small Animal Practice*, 47(12), pp. 754-756.

American Society of Anesthesiologists (2019). *ASA Physical Status Classification System*. Disponible en: <https://bit.ly/3d6EO5K> [Consultado 27-05-2020].

Auckburally, A. y Flaherty, D. (2017). *Airway Management Part 1*. Disponible en: <https://bit.ly/3bZEFj8> [Consultado 20-05-2020].

Bird, A. R., Bird, D. J. y McMillan, M. W. (2019). "Aspects of in vivo endotracheal tube intracuff pressure in cats". *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 46 (1), pp. 55-63.

Briganti, A., Portela, D. A., Barsotti, G., Romano, M. y Breggi, G. (2012). "Evaluation of the endotracheal tube cuff pressure resulting from four different methods of inflation in dogs". *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 39(5), pp. 488-494.

Brown, C. (2007). "Endotracheal intubation in the dog". *Lab Animal*, 36(2), pp. 23-24.

Bunegin, L., Albin, M. S. y Smith, R. B. (1993). "Canine tracheal blood flow after endotracheal tube cuff inflation during normotension and hypotension". *Anesthesia and Analgesia*, 76(5), pp. 1083-1090.

Celice Castilho, E., Cerqueira Braz, J. R., Maria Catâneo, A. J., Garcia Martins, R. H., Aparecida Gregório, E. y Raposo Monteiro, E. (2003). "Efeitos da Pressão Limite (25 cmH₂O) e Mínima de "Selo" do Balonete de Tubos Traqueais Sobre a Mucosa Traqueal do Cão". **Revista Brasileira de Anestesiologia**, 53(6), pp. 743-755.

Cruz, J. I. (2001). "La maniobra de intubación endotraqueal (IE)". **Consulta de Difusión**, 9(77), pp. 63-68.

Culp, W. T. N., Weisse, C., Cole, S. G. y Solomon, J. A. (2007). "Intraluminal tracheal stenting for treatment of tracheal narrowing in three cats". **Veterinary Surgery**, 36(2), pp. 107-113.

Chang, J. E., Kim, H., Han, S. H., Lee, J. M., Ji, S. y Hwang, J. Y. (2017). "Effect of Endotracheal Tube Cuff Shape on Postoperative Sore Throat after Endotracheal Intubation". **Anesthesia and Analgesia**, 125(4), pp. 1240-1245.

Charous, S. J., Ossoff, R. H., Reinisch, L. y Davidson, J. M. (1996). "Canine subglottic stenosis as a model for excessive fibrosis: A pilot histologic and immunohistochemical analysis". **Wound Repair and Regeneration**, 4(4), pp. 444-453.

El-Orbany, M. y Salem, M. R. (2013). "Endotracheal tube cuff leaks: causes, consequences, and management". **Anesthesia and Analgesia**, 117(2), pp. 428-434.

Faris, C., Koury, E., Philpott, J., Sharma, S., Tolley, N. y Narula, A. (2007). "Estimation of tracheostomy tube cuff pressure by pilot balloon palpation". **Journal of Laryngology and Otology**, 121(9), pp. 869-871.

Fernández, R., Banch L., Mancebo, J., Bonsoms, N., Artigas, A. (1990). "Endotracheal tube cuff pressure assessment: pitfalls of finger estimation and need for objective measurement". **Critical Care Medicine**, 18(12), pp. 1423-1426.

Grillo, H. C., Donahue, D. M., Mathisen, D. J., Wain, J. C. y Wright, C. D. "Postintubation tracheal stenosis. Treatment and results". **The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, 109(3), pp. 486-493.

Hartsfield, S. M. (2007). "Airway management and ventilation". En: Tranquilli, W.J., Thurmon, J. C., Grimm, K. A. (eds.). **Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia** (4ª ed). USA: Blackwell Publishing, pp. 495-531.

Heath, R. B., Steffey, E. P., Thurmon, J. C., Wertz, E. M., Meagher, D. M., Hyypä, T. y Van Slyke, G. L. (1989). "Laryngotracheal lesions following routine orotracheal intubation in the horse". **Equine Veterinary Journal**, 21(6), pp. 434-437.

Hoffman, R. J., Dahlen, J. R., Lipovic, D. y Stürmann, K. M. (2009). "Linear correlation of endotracheal tube cuff pressure and volumen". **The Western Journal of Emergency Medicine**, 10(3), pp. 137-139.

Hofmeister, E. H., Trim, C. M., Kley, S. y Cornell, K. (2007). "Traumatic endotracheal intubation in the cat". **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, 34(3), pp. 213-216.

Hu, B. J., Xu, J., Zhao, X. H., Zhang, N. N., Pan, M. Z., Bo, L. L. y Duan, H. W. (2016). "Impact of Endotracheal Tube Cuff Pressure on Postoperative Sore Throat: A Systematic Review and Meta-Analysis". **Journal of Anesthesia and Perioperative Medicine**, 3(4), pp. 171-176.

Hughes, L. (2016). "Breathing systems and ancillary equipment". En: Duke-Novakowski, T. y Seymour, C. (eds.). **Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia** (3ª ed.). UK: BSAVA, pp. 41-48.

Hung, W. C., Ko, J. C., Weil, A. B. y Weng, H. Y. (2020). "Evaluation of Endotracheal Tube Cuff Pressure and the Use of Three Cuff Inflation Syringe Devices in Dogs". **Frontiers in Veterinary Science**, 7(39). DOI: 10.3389/fvets.2020.00039.

Janossy, K. M., Pullen, J., Young, D. y Bell, G. (2010). "The effect of pilot balloon design on estimation of safe tracheal tube cuff pressure". **Anaesthesia**, 65(8), pp. 785-791.

Kako, H., Krishna, S. G., Ramesh, A. S., Merz, M. N., Elmaraghy, C., Grischkan, J., Jatana, K.R., Ruda, J. y Tobias, J. D. (2014). "The relationship between head and neck position and endotracheal tube intracuff pressure in the pediatric population". **Paediatric Anaesthesia**, 24(3), pp. 316-321.

Kästner, S. B. R., Grundmann, S. y Bettschart-Wolfensberger, R. (2004). "Unstable endobronchial intubation in a cat undergoing tracheal laceration repair". ***Veterinary Anaesthesia and Analgesia***, 31(3), pp. 227-230.

Khan, M. U., Khokar, R., Qureshi S., Al Zahrani, T., Aquil, M. y Shiraz, M. (2016) "Measurement of endotracheal tube cuff pressure: instrumental versus conventional method". ***Saudi J Anaesth*** 2016; 10(4) pp. 428-431.

Kim, D., Jeon, B., Son, J. S., Lee, J. R., Ko, S. y Lim, H. (2015). "The changes of endotracheal tube cuff pressure by the position changes from supine to prone and the flexion and extension of head". ***Korean Journal of Anesthesiology***, 68(1), pp. 27-31.

Ko, J. (2019). "Equipment for inhalant anesthesia". En: Ko J. (ed.). ***Small Animal Anesthesia and Pain Management*** (2ª ed.) USA: CRC Press, pp. 28-32.

Lish, J., Ko, J. C. H. y Payton, M. E. (2008). "Evaluation of Two Methods of Endotracheal". ***Journal of the American Animal Hospital Association***, 44, pp. 236-242.

López-Herranz, G. P. (2013). "Intubación endotraqueal: importancia de la presión del manguito sobre el epitelio traqueal". ***Revista Médica Del Hospital General de México***, 76(3), pp. 153-161.

Mitchell, S. L., McCarthy, R., Rudloff, E., y Pernell, R. T. (2000). "Tracheal rupture cats". ***Journal of the American Veterinary Medical Association***, 216 (10), pp. 1592-1595.

Morris, L. G., Zoumalan, R. A., Roccaforte, J. D. y Amin, M. R. (2007). "Monitoring tracheal tube cuff pressures in the intensive care unit: A comparison of digital palpation and manometry". ***Annals of Otology, Rhinology and Laryngology***, 116(9), pp. 639-642.

Nguyen Tu, H., Saidi, N., Lieutaud, T., Bensaid, S., Menival, V. y Duvaldestin, P. (1999). "Nitrous oxide increases endotracheal cuff pressure and the incidence of tracheal lesions in anesthetized patients". ***Anesthesia and Analgesia***, 89(1), pp. 187-190.

Nordin, U. (1977). "The trachea and cuff-induced tracheal injury. An experimental study on causative factors and prevention". ***Acta Otolaryngologica Supplementum***, 345, pp. 1-71.

Norgate, D. y Palacios Jiménez, C. (2017). "A rare complication associated with the endotracheal tube during extubation in a cat". *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 44(6), 1401-1403.

Ohnesorge, B., Gehlen, H. y Deegen, E. (2002). *Disorders of the Trachea in Horse*. Disponible en: <https://bit.ly/2Tv8UIz> [Consultado: 05-05-2020].

Parwani, V., Hoffman, R. J., Russell, A., Bharel, C., Preblich, C. y Hahn, I. H. (2007). "Practicing paramedics cannot generate or estimate safe endotracheal tube cuff pressure using standard techniques". *Prehospital Emergency Care*, 11(3), pp. 307-311.

Phillips, H. (2018). *Endotracheal intubation*. Disponible en: <https://bit.ly/2A5Tq72> [Consultado 21-05-2020].

Rioja García E. (2013). "Manejo de la vía aérea". En: Rioja García, E., Salazar Nussio, V., Martínez Fernández, M., Martínez Taboada, F. (eds.). *Manual de Anestesia y Analgesia de Pequeños Animales*. Zaragoza: Servet editorial, pp. 33-42.

Seegobin, R. D. y Van Hasselt, G. L. (1984). "Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs". *British Medical Journal*, 288 (6422), pp. 965-968.

Severson, J. M., Ketter, G. W., Belson, T. P., Paegle, R. D. y Toohill, R. J. (1982). "Experimental induction of squamous metaplasia in the dog trachea with cuffed endotracheal tubes". *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 90(5), pp. 555-560.

Shin, C. W., Son, W., Jang, M., Kim, H., Han, H., Cha, J. y Lee, I. (2018a). "Selection of appropriate endotracheal tube size using thoracic radiography in Beagle dogs". *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 45(1), pp. 13-21.

Shin, C. W., Son, W., Jang, M., Kim, H., Han, H., Cha, J. y Lee, I. (2018b). "Changes in endotracheal tube intracuff pressure and air leak pressure over time in anesthetized Beagle dogs". *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 45(6), pp. 737-744.

Soler, G. (2015). "La importancia de una correcta intubación del paciente en anestesia". *Multimédica ediciones veterinarias, Clinanesvet*, 1, pp. 15-22.

Souza Neto, E. P., Piriou, V., Durand, P. G., George, M., Evans, R., Obadia, J. F. y Lehot, J. J. (1999). "Influence of temperature on tracheal tube cuff pressure during cardiac surgery". ***Acta Anaesthesiologica Scandinavica***, 43(3), 333-337.

Stewart, S. L., Secrest, J. A., Norwood, B. R. y Zachary, R. (2004). "A comparison of endotracheal tube cuff pressures using estimation techniques and direct intracuff measurement". ***AANA Journal***, 72(4), pp. 250-251.

Su, Z., Li, S., Zhou, Z., Chen, X., Gu, Y., Chen, Y., Zhong, C., Zhong, M. y Zhong, N. (2017). "A canine model of tracheal stenosis induced by cuffed endotracheal intubation". ***Scientific Reports***, 7, pp. 1-9.

Taylor, C., Subaiya, L. y Corsino, D. (2011). "Pediatric Cuffed Endotracheal Tubes: An Evolution of Care". ***The Ochsner Journal***, 11(1), pp. 52-56.

Thomas JA, Lerche P (2011) "Canine and feline anesthesia". En: Thomas JA, Lerche P (eds). ***Anesthesia and Analgesia for Veterinary Technicians*** (4ª ed). USA: Elsevier, pp. 233-264.

Totonchi, Z., Jalili, F., Hashemian, S. M. y Jabardarjani, H. R. (2015). "Tracheal stenosis and cuff pressure: comparison of minimal occlusive volume and palpation techniques". ***Tanaffos***, 14(4), pp. 252-256.

Touzot-Jourde, G., Stedman, N. L. y Trim, C. M. (2005). "The effects of two endotracheal tube cuff inflation pressures on liquid aspiration and tracheal wall damage in horses". ***Veterinary Anaesthesia and Analgesia***, 32(1), pp. 23-29.

White, D. M., Makara, M. y Martinez-Taboada, F. (2019). "Comparison of four inflation techniques on endotracheal tube cuff pressure using a feline airway simulator". ***Journal of Feline Medicine and Surgery***. DOI: 10.1177/1098612X19871701.

White, D. M., Redondo, J. I., Mair, A. R. y Martínez-Taboada, F. (2017). "The effect of user experience and inflation technique on endotracheal tube cuff pressure using a feline airway simulator". ***Veterinary Anaesthesia and Analgesia***, 44(5), pp. 1076-1084.

Wylie, C. E., Foote, A. K., Rasotto, R., Cameron, I. J. y Greet, T. R. C. (2015). "Tracheal necrosis as a fatal complication of endotracheal intubation". ***Equine Veterinary Education***, 27(4), pp. 170-175.